



⑩ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Gebrauchsmusterschrift**
⑩ **DE 202 06 527 U 1**

⑨ Int. Cl.⁷:
B 64 B 1/14
B 64 B 1/40

⑪ Aktenzeichen: 202 06 527.8
⑫ Anmeldetag: 25. 4. 2002
⑬ Eintragungstag: 29. 8. 2002
⑭ Bekanntmachung
im Patentblatt: 2. 10. 2002

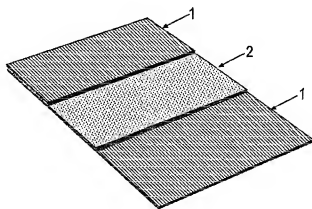
DE 202 06 527 U 1

⑮ Inhaber:
Saraceno, Tomas, Provincia de San Luis, AR

⑯ Vertreter:
Beyer & Jochem Patentanwälte, 60322 Frankfurt

⑮ Luftfahrzeughülle

⑯ Mehrschichtige Hülle eines Luftfahrzeugs, das insgesamt leichter als Luft ist, dadurch gekennzeichnet, daß sie mindestens in einem Teilbereich eine Schicht (2) aus porösem Aerogel aufweist, die zwischen wenigstens einer äußeren und wenigstens einer inneren Schicht (1) aus anderem Material eingeschlossen ist.



DE 202 06 527 U 1

25.04.02

Luftfahrzeughülle

Die Erfindung betrifft eine mehrschichtige Hülle eines Luftfahrzeugs, das insgesamt leichter als Luft ist. Zu dieser Art von Luftfahrzeugen gehören motorisch angetriebene, lenkbare Luftschiffe nach Art von Zeppelin, Fesselballons und Freiballons, die jeweils mit einem Gas gefüllt sind, das leichter ist als Luft, sowie Heißluftballons, deren Luftvolumen während des Flugs erwärmt wird. Letztere können zusätzlich einen geschlossenen Raum haben, der mit einem Gas mit kleinerem spezifischen Gewicht als Luft gefüllt ist (sog. Roizer-Ballons).

Bei allen diesen Luftfahrzeugen spielt die Temperatur des die Hülle füllenden Gases eine wesentliche Rolle für die Auftriebskraft, da jedes Gas mit steigender Temperatur leichter wird. Man erreicht deshalb nicht nur bei einem Heißluftballon, sondern auch bei den anderen gasgefüllten Luftfahrzeugen mit steigender Temperatur der Gasfüllung eine stärkere Tragkraft und eine Verlängerung der Flugdauer.

Um Wärmeverluste durch die Hülle hindurch und damit auch den Energieverlust zu verringern, ist es aus der DE 298 00 177 bekannt, die Ballonhülle eines Heißluftballons mit einer Schaumstoffschicht zu versehen. Dabei hat man allerdings keine praktikable Lösung für die Verbindung der Schaumstoffschicht mit dem üblichen Material der Hülle vorgeschlagen. Die in erster Linie in Frage kommenden flexiblen Schaumstoffe lassen sich mit dem Hüllentstoff in dauerhaft zuverlässiger

DE 202 06 527 U1

25.04.02

- 2 -

Weise weder verkleben noch vernähen. Außerdem vergrößern sie das Gewicht und Volumen der Hülle beträchtlich, was sich insbesondere beim Zusammenlegen und Transport eines Ballons bemerkbar macht.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, eine mehrschichtige Hülle für Luftfahrzeuge der eingangs genannten Art zu schaffen, in der eine gute Wärmedämmung mit geringem Gewicht und verhältnismäßig kleinem Volumen vereinigt sind und die eine einfache Fertigung gestattet.

Vorstehende Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Hülle mindestens in einem Teilbereich eine Schicht aus porösem Aerogel aufweist, die zwischen wenigstens einer äußeren und wenigstens einer inneren Schicht aus anderem Material eingeschlossen ist.

Poröse Aerogele und ihre Herstellung sind z. B. aus der WO 97/17308, der WO 01/28675 und den US-Patenten 5,306,555 und 6,068,882 bekannt. Sie haben im Vergleich zu üblichen Schaumstoffen überragende Wärmedämmeigenschaften, sind jedoch bisher speziell in den am besten wärmeisolierenden Ausführungen sehr fragil. Da sie sich weder vernähen noch zuverlässig verkleben lassen, eignen sie sich bei Anwendung herkömmlicher produktspezifischer Fertigungstechnik nicht zur Herstellung einer Ballonhülle. Die Erfindung schafft hier Abhilfe, indem punktuelle, linienförmige und räumlich eng begrenzte Belastungsspitzen verringert oder wenigstens weitgehend abgebaut werden. Sie werden von den beidseitig benachbarten Schichten der Hülle aufgenommen und großflächig auf die Aerogelschicht

DE 202 06 527 U1

25.04.02

- 3 -

Übertragen. Diese selbst kann wegen ihrer herausragenden Wärmedämmeigenschaften wesentlich dünner und leichter sein als andere wärmeisolierende Schichten.

Im Vergleich mit einer doppelwandigen Hülle gemäß DE 199 19 474 A1, deren Zwischenraum mit Luft oder einem anderen Gas gefüllt ist, bietet die hier vorgeschlagene Hülle wesentlich bessere Wärmedämmeigenschaften, insbesondere, wenn man die Konvektion im Zwischenraum der doppelwandigen Hülle berücksichtigt.

Auch wenn bei der neuen Hülle die Schicht aus porösem Aerogel lediglich durch Umschließung von plattenförmigen Stücken des Aerogels gehalten wird, findet zur weiteren Verringerung der Bruchgefahr vorzugsweise ein flexibles, poröses Aerogel Anwendung. Die plattenförmigen Stücke sind dabei vorzugsweise ähnlich wie bei Kissenbezügen zwischen den benachbarten äußeren und inneren Schichten der Hülle aufgenommen, d. h., diese bilden Taschen, die die plattenförmigen Stücke aus porösem Aerogel umschließen und dadurch halten. Die Taschen bzw. Bezüge können z. B. einzeln gefertigt und an den Rändern mit den angrenzenden Taschen vernäht, verschweißt, verklebt oder in anderer Weise verbunden sein. Alternativ besteht die Möglichkeit, die einzelnen plattenförmigen Stücke aus porösem Aerogel in Folie einzuschweißen und die Folientaschen einzeln mit einer oder mehreren Lagen konventionellen Hüllenstoffs, z. B. durch Schweißen oder Kleben, zu verbinden, so daß die einzelnen Taschen nicht direkt miteinander, sondern indirekt durch das übrige Hüllenmaterial miteinander verbunden sind.

DE 202 06 527 U1

25.04.02

- 4 -

In einer alternativen Ausführungsvariante können plattenförmige Stücke aus porösem Aerogel mit geringem Zwischenabstand auf eine untere Bahn aus konventionellem Hüllstoff gelegt und mit einer weiteren derartigen Bahn überdeckt werden, wonach dann die beiden Bahnen jeweils zwischen den Aerogel-Stücken miteinander vernäht, verschweißt oder verklebt werden. Die Zwischenräume zwischen den Stücken aus Aerogel können mit weiteren eingehüllten Aerogelstücken überdeckt werden, so daß die gesamte Fläche isoliert ist.

Wenn die die plattenförmige Stücke aus porösem Aerogel aufnehmenden Taschen ringsum dicht geschlossen sind, kann die Wärmedämmung noch dadurch verbessert werden, daß die Taschen evakuiert werden.

Eine enge taschenförmige Umschließung eines jeden plattenförmigen Stücks porösen Aerogels ist jedoch nicht unbedingt erforderlich. Die Platten werden auch dadurch gehalten, daß der im Verhältnis zum Druck auf der Außenseite des Ballons höhere Innendruck die benachbarte innere Stoffschicht gegen die Schicht aus Aerogel und diese wiederum gegen die benachbarte äußere Stoffschicht andrückt und reibschlüssig hält.

Im Hinblick auf die Flexibilität kann es sich im Einzelfall empfehlen, anstelle einer einzigen dickeren Schicht aus porösem Aerogel zwei oder mehr dünnere derartige Schichten vorzusehen, zwischen denen jeweils wenigstens eine Schicht aus einem anderen Hüllstoff angeordnet ist.

DE 202 06 527 U1

25.04.02

- 5 -

Um auch die Sonnenenergie zur Erwärmung der Gasfüllung des Luftfahrzeugs in möglichst starkem Maße beitragen zu lassen, ist in bevorzugter praktischer Ausgestaltung der Erfindung dafür gesorgt, daß mindestens der obere Bereich der Hülle Sonnenstrahlen hindurchtreten läßt. Nach Möglichkeit enthält auch dieser Bereich eine Schicht aus porösem Aerogel, das zu diesem Zweck ebenso wie die anderen Schichten der Ballonhülle lichtdurchlässig sein sollte. Die von oben oder schräg von oben eintretenden Sonnenstrahlen sollten dann im unteren Bereich des Luftfahrzeugs von einer schwarzen Innenschicht absorbiert und in Wärmeenergie umgewandelt werden.

Zu den verschiedenen praktikablen Ausführungsvarianten der neuen Hülle gehören auch solche, bei denen diese zwischen ihren Schichten innere Hohlräume hat, die z. B. auch so angeordnet sein können, daß eine bestimmte Konvektion stattfindet. Außerdem kann ein Teil der Hülle, wie bei einem Druckausdehnungsgefäß, aus einer flexiblen Membran bestehen, um Volumenänderungen durch Schwankungen der Erwärmung der Gasfüllung auszugleichen. Diese Membran kann ebenfalls wieder mit einer Isolierung aus Aerogel versehen sein.

Nachstehend werden einige Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 drei Schichten einer erfindungsgemäßen
Ballonhülle nebeneinander;

Fig. 2 einen Querschnitt durch die Schichten
nach Fig. 1;

DE 202 06 527 U1

- Fig. 3 eine Abwandlung der Ausführung nach Fig. 2;
- Fig. 4 einen Querschnitt durch eine aus einer größeren Zahl von Schichten bestehende Hülle;
- Fig. 5 einen Querschnitt durch eine Hülle, deren Schichten teilweise vernäht sind;
- Fig. 6 eine Abwandlung zu Fig. 5;
- Fig. 7 einen Teilquerschnitt durch ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Hülle;
- Fig. 8 eine Prinzipskizze zur Veranschaulichung der auf die im Querschnitt durch einen Ballon gezeigte Hülle wirkenden Kräfte;
- Fig. 9 einen Ballon mit einer erfindungsgemäßen Hülle;
- Fig. 10 eine Abwandlung der Ausführung nach Fig. 9;
- Fig. 11 ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Ballonhülle;

Fig. 12 einen senkrechten Querschnitt durch eine erfindungsgemäße Luftfahrzeughülle mit einem Aufenthaltsraum.

Zur Vereinfachung sind in der Zeichnung Schichten aus einem herkömmlichen Hüllentstoff, z. B. aus Polyester, Polyamid, dem von der Firma Cameron unter der Bezeichnung Hyperlast oder dem von Firma Bulloré Technologies vertriebenen Material, gleichmäßig mit 1 bezeichnet, auch wenn es sich um Schichten aus unterschiedlichen Materialien handelt. Dazu gehören auch isolierende Schichten, z. B. aus dem unter der Marke Mylar angebotenen Material sowie netzförmige, hoch reißfeste Stoffe. Schichten aus porösem Aerogel sind mit 2 gekennzeichnet.

Fig. 1 zeigt eine dreischichtige Hülle, wobei aus Gründen der besseren zeichnerischen Darstellung die drei Schichten nicht flach aufeinander liegend, sondern versetzt nebeneinander und in der Höhe gestaffelt dargestellt sind. Tatsächlich ist die Schicht 2 aus porösem Aerogel zwischen den beiden anderen Stoffschichten eingeschlossen, wie dies in Fig. 2 gezeigt ist. Darüber und darunter können weitere, in Fig. 2 gestrichelt gezeigte Schichten hinzukommen, wenn dies für zweckmäßig gehalten wird.

Das Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 unterscheidet sich von dem nach Fig. 2 dadurch, daß die Schicht 2 aus porösem Aerogel aus plattenförmigen Stücken besteht, die jeweils für sich allseitig in eine Folientasche eingeschlossen sind. Die Folie ist durch eine dickere Strichstärke angedeutet. Sie stellt

jeweils eine weitere innere und äußere Schicht der Ballonhülle dar. Selbstverständlich kommt als Material für die jeweils ein plattenförmiges Stück poröses Aerogel aufnehmenden Taschen nicht nur eine Kunststoffolie, sondern z. B. auch ein textiler Stoff in Frage, der zur Verbindung mit angrenzenden gleichartigen Taschen und anliegenden weiteren Schichten der Hülle vernäht oder verklebt werden kann.

Das Ausführungsbeispiel nach Fig. 4 zeigt eine aus einer größeren Zahl von Schichten aufgebaute Ballonhülle. Darunter sind zwei Schichten aus porösem Aerogel 2, die jeweils beidseitig von anderen Schichten überdeckt und durch mehrere dieser anderen Schichten voneinander getrennt sind. Eine der beiden Schichten aus Aerogel ist wiederum, wie nach Fig. 3, in Folientaschen eingeschlossen.

In der Ausführung nach Fig. 5 ist die Anordnung der Schichten ähnlich wie bei der Hülle nach Fig. 3. Die das poröse Aerogel enthaltende Folientasche ist jedoch evakuiert. Die an sie jeweils innen und außen angrenzende Schicht eines herkömmlichen Hüllenstoffs ist mit der Folientasche durch Kleben verbunden. Auf der in Fig. 5 unteren Seite ist eine weitere Schicht vorhanden. Die beiden Schichten auf der Unterseite der Folientasche sind miteinander vernäht. Dies ist durch einen gestrichelt gezeigten Nähfaden angedeutet.

Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 6 ist die in einer nicht evakuierten Folientasche aufgenommene Schicht porösen Aerogels einseitig mit der in Fig. 6 unten gezeigten, an die Folientasche angrenzenden Schicht vernäht. Zur Verbesserung

der Haltbarkeit empfiehlt es sich in solch einem Fall, die plattenförmigen Stücke des Aerogels nicht in Folientaschen, sondern Stofftaschen einzuschließen.

Die in Fig. 7 schematisch dargestellte Hülle ist nach Art einer Steppdecke aufgebaut. Die Schicht aus wärmedämmendem, porösen Aerogel ist zwischen zwei Stoff- oder Folienlagen eingelegt worden, die danach längs beliebiger Linien miteinander verschweißt oder vernäht worden sind. Dadurch wurden Taschen gebildet, in denen jeweils ein Teil des Aerogels eingeschlossen ist.

Fig. 8 zeigt die Druckverhältnisse an einer Ballonhülle. Der gegenüber der umgebenden Atmosphäre höhere Innendruck preßt die innerste Schicht aus herkömmlichem Hüllstoff gegen die mittlere Schicht aus porösem Aerogel und diese wiederum gegen die äußere Stoffschicht. Durch den Anpreßdruck werden die Lagen relativ zueinander reibschlüssig festgehalten.

In Fig. 9 ist ein Ballon mit einem im vergrößerten Ausschnitt A dargestellten, sehr einfachen Aufbau der Hülle gezeigt. Sie besteht in diesem Fall nur aus einer inneren Schicht aus porösem Aerogel, das in Folientaschen eingeschlossen ist, und einer einzigen mit der Folientasche verklebten äußeren Schicht aus herkömmlichem Hüllstoff. Eine stärkere innere Deckschicht erschien entbehrlich, weil die Ballonhülle auf der Innenseite nicht der Gefahr mechanischer Beschädigungen ausgesetzt ist. Falls jedoch gewünscht, kann gemäß Fig. 10 und des daneben gezeigten, vergrößerten Ausschnitts A die

25.04.02

- 10 -

Schicht aus porösem Aerogel auch auf der Innenseite von einer stärkeren Hüllstoffschicht überdeckt sein.

Anhand des Ausführungsbeispiels von Fig. 11 und der beiden daneben gezeigten, vergrößerten Ausschnitte A und B kann gezeigt werden, daß die Ballonhülle nicht auf ihrer gesamten Fläche denselben Schichtenaufbau haben muß. Im oberen Bereich sind vier Schichten vorhanden, nämlich zwei innere Schichten, sodann eine Schicht aus porösem Aerogel und schließlich eine belastbare, schützende äußere Schicht. Die innerste Schicht aus gasdichtem Material bildet einen kugelförmigen Hohlraum im oberen Bereich des Ballons, ist also nur dort Teil der Hülle. In deren unteren Bereich sind dann gemäß Ausschnitt B statt vier nur noch drei Schichten vorhanden.

Schließlich ist in Fig. 12 ein senkrechter Querschnitt durch einen Ballon gezeigt, der ebenfalls in zwei voneinander getrennte Kammern unterteilt ist. Die obere Kammer enthält das für Auftrieb sorgende leichte Gas, wie z. B. Helium. Die untere Kammer dient als Kabine, in der sich während des Flugs die Passagiere aufhalten. Die gasgefüllte Kammer hat eine aus fünf Schichten bestehende Außenwand. Darunter befinden sich zwei aus porösem Aerogel bestehende Wärmedämmschichten. Diese sind in der Darstellung des senkrechten Querschnitts ebenso wie in Fig. 9 bis 11 durch eine dickere Strichstärke angedeutet. Auch die als Aufenthaltsort dienende Kammer hat als Außenwand eine Hülle mit zwei Schichten aus porösem Aerogel, jedoch eine Schicht aus herkömmlichem Hüllstoff weniger als die gasgefüllte obere Kammer. Die beiden Wärmedämmschichten aus porösem Aerogel sind so angeordnet, daß die äußere sowohl

DE 202 06 527 U1

25.04.02

- 11 -

die gasgefüllte Kammer als auch die Kabine umschließt. Dagegen hat jeder der beiden Räume eine eigene innere Wärmedämmschicht.

Wie in Fig. 12 gestrichelt angedeutet, ist die Trennwand zwischen den beiden Räumen flexibel, so daß sie je nach dem Verhältnis der Drücke in den beiden Räumen sich nach unten oder oben auswölben kann.

Es versteht sich, daß die in den Ansprüchen gekennzeichnete Hülle nicht nur mit den gezeigten Varianten des Schichtenaufbaus und nicht nur bei den beispielhaft gezeigten Typen von Luftfahrzeugen, sondern generell im Rahmen der Ansprüche zum Einsatz kommen kann.

DE 202 06 527 U1

25.04.02

Ansprüche

1. Mehrschichtige Hülle eines Luftfahrzeugs, das insgesamt leichter als Luft ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß sie mindestens in einem Teilbereich eine Schicht (2) aus porösem Aerogel aufweist, die zwischen wenigstens einer äußeren und wenigstens einer inneren Schicht (1) aus anderem Material eingeschlossen ist.
2. Hülle nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schicht (2) aus Aerogel flexibel ist.
3. Hülle nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die äußere und die innere Schicht (1) einen taschenförmig geschlossenen, die Schicht (2) aus Aerogel enthaltenden Zwischenraum begrenzen.
4. Hülle nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der taschenförmige Zwischenraum evakuiert ist.
5. Hülle nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die innere Schicht (1) durch den Innendruck des Luftfahrzeugs fest gegen die Schicht (2) aus Aerogel angepreßt ist.
6. Hülle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die äußere und/oder innere Schicht (1) punktförmig, linienförmig oder flächig mit einer wei-

DE 202 05 527 U1

25.04.02

- 2 -

teren Schicht und/oder mit der Schicht (2) aus Aerogel verklebt und/oder verschweißt ist.

7. Hülle nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die äußere und/oder innere Schicht (1) mit einer weiteren Schicht (1) und/oder mit der Schicht (2) aus Aerogel durch Nähen verbunden sind.
8. Hülle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine größere Fläche aus einer Vielzahl kleinerer Flächen zusammengesetzt ist, die jeweils wenigstens ein Stück poröses Aerogel (2) aufweisen, das von wenigstens einer anderen Materialschicht (1) allseitig umschlossen und über diese oder weitere Materialschichten (1) mit den benachbarten Stücken porösen Aerogels (2) verbunden ist.
9. Hülle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß sie zwei oder mehr Schichten (2) aus Aerogel aufweist, zwischen denen wenigstens eine Schicht (1) aus einem anderen Material angeordnet ist.
10. Hülle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die wenigstens eine Schicht (2) aus Aerogel sowie die äußere und innere Schicht (1) mindestens in einem Teilbereich lichtdurchlässig sind.
11. Hülle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß sie innere Hohlräume aufweist, in de-

DE 202 06 527 U1

25.04.02

- 3 -

nen eine Gasströmung zwischen verschiedenen Flächenbereichen erzeugbar ist.

12. Hülle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß sie einen Druckgas enthaltenden Raum begrenzt, dessen Wand einen bei schwankendem Innendruck verformbaren elastischen Bereich aufweist.

DE 202 06 527 U1

25.04.02

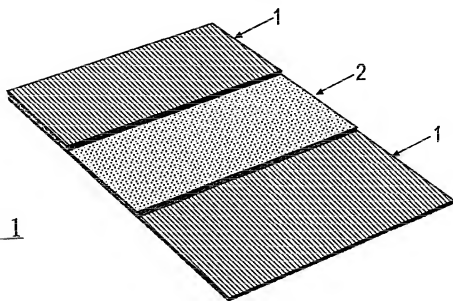


Fig. 1

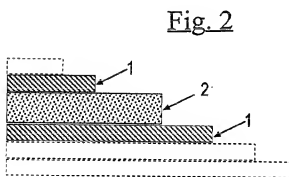


Fig. 2

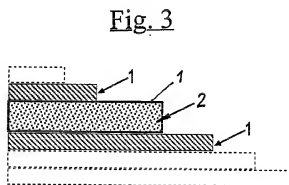


Fig. 3

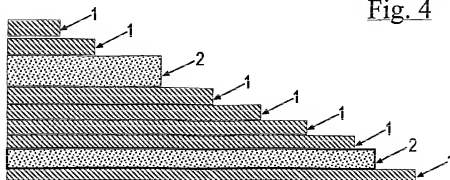


Fig. 4

DE 202 06 527 U1

25.04.02

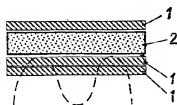


Fig. 5

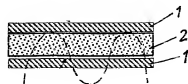


Fig. 6

Fig. 7

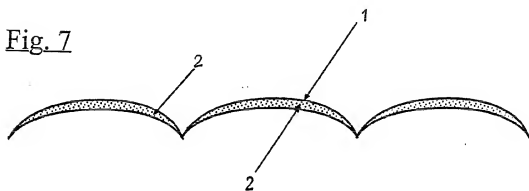
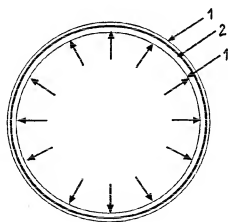


Fig. 8



DE 202 06 527 U1

25 04 02

Fig. 9

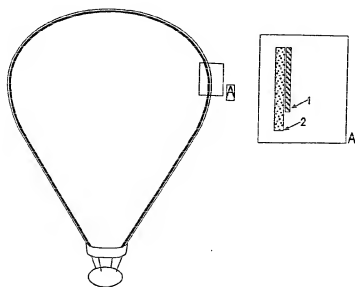
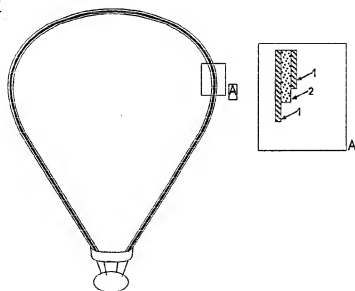


Fig. 10



DE 202 06 527 U1

25.04.02

Fig. 11

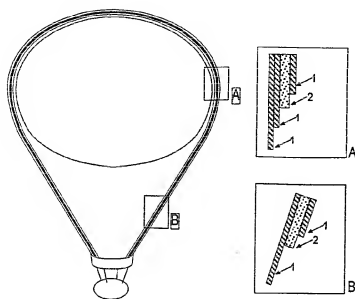
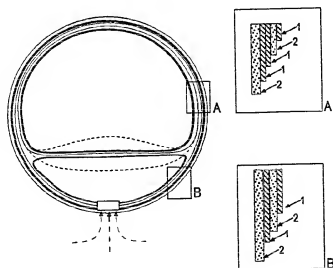


Fig. 12



DE 202 06 527 U1